

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**ИННОВАЦИОННЫЙ ЕВРАЗИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

Научно-образовательный комплекс  
по специальности 6М071800 «Электроэнергетика»

**МАГИСТРАТУРА**

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

по дисциплине  
«Теория кондуктивных электромагнитных помех»

**(СИЛЛАБУС)**

по кредитной технологии обучения  
для магистрантов специальности 6М071800 «Электроэнергетика»

**ПАВЛОДАР 2012 ГОД**

## УТВЕРЖДЕНО

Директор Инженерной Академии

\_\_\_\_\_ А.К.Свидерский  
“ \_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2012 г.

Автор: д.т.н., профессор Иванова Е.В. \_\_\_\_\_

### Кафедра «Электроэнергетика»

#### УЧЕБНО - МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

по дисциплине «Теория кондуктивных электромагнитных помех»  
для магистрантов специальности 6M071800 «Электроэнергетика»

Разработан на основании Государственного общеобязательного стандарта образования ГОСО РК 7.09.052 – 2009 по специальности 6M071800 – Электроэнергетика цикла профильных дисциплин магистратуры, каталога элективных дисциплин и базовому учебному плану специальности

Силлабус рассмотрен на заседании кафедры «Электроэнергетика»  
Протокол №\_\_1\_\_ от \_\_28\_\_ сентября\_ 2012 г.

Зав. кафедрой «Электроэнергетика»  
д.т.н.,проф \_\_\_\_\_ Иванова Е.В.

Утвержден на заседании научно-методического совета Инженерной академии и  
рекомендован к изданию  
Протокол №\_\_ от \_\_\_\_\_ 2012г.

Председатель НМС Инженерной Академии  
к.т.н., проф. \_\_\_\_\_ Дубровин П.В.

#### Согласовано:

Начальник ИМО  
к.п.н., проф. \_\_\_\_\_ Ушакова Н.М.

## Структура курса учебного курса

1. Пояснительная записка
2. Календарно-тематический план курса (Таблица 1)
3. Содержание лекционного курса
4. Тематический план выполнения и сроки сдачи заданий по СРМ (Таблица 2)
6. Содержание практических занятий (Таблица 3)
6. Контрольные вопросы для подготовки к экзамену
7. Рекомендуемая литература
  - Основная
  - Дополнительная
8. Виды и формы контроля знаний и умений студентов
9. Шкала выставления рейтинга студентов (Таблица 4)
10. Общая шкала оценки знаний, навыков и умений студентов (Таблицы 5)

### Контактная информация:

Ф.И.О. преподавателя	Время и место проведения		Контактная информация
	лекций	СРМ	
Иванова Е.В.	Ауд. 203 (корпус 1)	Ауд. 203 (корпус 1)	Кафедра «Электроэнергетика»

### Данные о дисциплине:

**«Теория кондуктивных электромагнитных помех», 2 кредита**

Курс	2
Семестр	3
Лекции	15
Лабораторные занятия	-
Практические занятия	15
СРМП	30
СРМ	90
Курсовая работа	-
Форма контроля	экзамен

## Пояснительная записка

**Описание дисциплины:** Дисциплина научно - технические проблемы электроэнергетики является одной из базовых дисциплин, которая дает магистрантам основные сведения об научно – технических проблемах электроэнергетики. От успешного освоения данного курса во многом зависит дальнейшее обучение магистрантов электроэнергетики.

**Цель курса:** формирование знаний о кондуктивных электромагнитных помехах в электроэнергетических системах, об электромагнитной совместимости технических средств в системах электроснабжения общего назначения

**Задачи курса:** изучение причин возникновения кондуктивных электромагнитных помех, их влияние на электроэнергетические системы и отдельных потребителей, методы и средства подавления кондуктивных электромагнитных помех.

В результате изучения курса магистранты должны **знать**:

1. Теоретические основы кондуктивных электромагнитных помех в электроэнергетической системе.
2. Методы подавления кондуктивных электромагнитных помех.

В результате усвоения объема теоретических положений и проблем магистранты должны **уметь** определять кондуктивную электромагнитную помеху по отклонению частоты, по установившемуся отклонению напряжения, по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения.

В результате изучения курса магистранты должны **владеть**: необходимыми навыками обеспечения электромагнитной совместимости технических средств в сетях общего назначения.

Быть **компетентным** в вопросах электромагнитной совместимости технических средств и подавления кондуктивных электромагнитных помех

Курс состоит из лекционных и практических занятий. Самостоятельная работа состоит из самостоятельной работы магистрантов (СРМ) во внеаудиторное время. Посещение занятий является обязательным. При наличии пропусков занятия необходимо отработать.

**Пререквизиты:** Научно-технические проблемы электроэнергетики, Теория моделирования научного эксперимента, Надежность объектов электроэнергетики, Высшая математика; Силовая электроника, Электрические сети и системы; Электрические машины; Электроэнергетика.

**Постреквизиты:** знания, полученные при изучении дисциплины, используются при проведении научно-исследовательских работ, при проектировании объектов электроэнергетики, как элементы магистерской диссертационной работы.

**Таблица 1 - Календарно-тематический план курса**

«Теория кондуктивных электромагнитных помех»

Название темы	Распределение по неделям					
	Контактные часы		СРСМ		СРМ	
	№ недели	часы	№ недели	часы	№ недели	часы
<b>1 модуль</b>						
1 Введение	1	1	-	-	1	10
2. Показатели качества электроэнергии как параметры электромагнитной обстановки.	1	2	1	3	2, 3	11
3. Основные теоретические характеристики распределения параметров электромагнитной обстановки	2,3,4	5	3	4	4, 5	12
4. Концепция подавления кондуктивной ЭМП	5,6,7	6	7	6	6, 7	11
<b>2 модуль</b>						
5. Кондуктивная электромагнитная помеха по отклонению частоты..	8, 9	4	9	4	8, 9, 10	11
6. Кондуктивная электромагнитная помеха по установившемуся отклонению напряжения.	10,11	4	11	4	11,12	11
7. Кондуктивная электромагнитная помеха по коэффициенту искажения синусоидальности кривой напряжения.	12,13	4	12,13	4	12,13	12
8. Экспертиза электромагнитной совместимости.	14, 15	4	14,15	4	14,15	12
Всего 2 кредита	15	30	15	30	15	90

## Содержание лекционного курса

Тема 1. Введение. Основные понятия и определения. Содержание и задачи курса. Место курса в учебном процессе. Актуальность проблемы электромагнитной совместимости технических средств в системах электроснабжения.

Тема 2. Межгосударственный стандарт ГОСТ 13109-97.

Показатели качества электроэнергии.

Нормы качества электроэнергии. Оценка соответствия показателей КЭ установленным нормам в условиях эксплуатации.

Тема 3. Плотность распределения вероятности. Квантили. Медиана. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция случайного процесса. Многомерная математическая модель электромагнитной обстановки. Методология исследования кондуктивных электромагнитных помех.

Тема 4. Уровни КЭМП в электрических системах. Способы и технические средства обеспечения качества энергии.

Тема 5. Алгоритм определения ЭМП. Электромагнитная обстановка в электроэнергетической системе при изменении частоты и напряжения. Подавление ЭМП по отклонению частоты.

Тема 6. Алгоритм определения ЭМП. Электромагнитная обстановка в электроэнергетической системе при изменении напряжения. Подавление ЭМП по отклонению напряжения.

Тема 7. Алгоритм определения ЭМП. Энергетический аспект влияния вентиляльных преобразователей на коэффициент искажения синусоидальности напряжения. Подавление ЭМП по коэффициенту искажения синусоидальности напряжения.

Тема 8. Правовое, теоретическое, техническое обеспечение ЭМС. Механизм проведения и аналитические выводы по экспертизе. Рекомендации по подавлению ЭМП.



**Таблица 2 - Тематический план выполнения и сроки сдачи заданий по СРМ**

Тема занятия	Задание на СРМ (содержание задания)	Форма контроля	Рекомендуемая литература	Сроки сдачи (№ недели)	Баллы
					максимум
<b>1 модуль</b>					
1 Пути решения проблемы ЭМС в мировой электроэнергетике	Изучить самостоятельно и подготовить конспект на тему: «Историческое развитие курса».	Конспект	[1,2,3,5,7,8]	2	10
2. Контроль КЭ и основные требования к цифровым средствам измерений	Подготовить реферат на тему: «Погрешности измерений в сети с нелинейными нагрузками»	Реферат.	[1,2,6,8,10]	3	10
3. Теорема об эквивалентности параметрических пространств КЭМП и помехоподавляющих средств	Подготовить конспект на тему: «Вероятностно-статистические методы определения параметров КЭМП»	Конспект	[3,4,10,]	4	10
4. Расчетное обеспечение нормируемого уровня ЭМС технических средств в электрической системе.	Решение задач прикладного характера	Устный опрос	[1,3,7,8,10]	6	10
	Подготовка к тестовому опросу и контрольной работе по модулю 1.	Рубежный контроль	По пройденному материалу	7	10
<b>2 модуль</b>					



5. Кондуктивная ЭМП по отклонению частоты в региональной электроэнергетической системе, работающей в автономном режиме.	Подготовить конспект на тему «Влияние КЭМП по отклонению частоты на работу электроэнергетической системы»	Конспект	[1,5,7]	8	10
6. Расчетное обеспечение нормируемых показателей отклонения и колебания напряжения в системе электроснабжения серий электролизеров.	Изучить самостоятельно взаимосвязь режимов производства и потребления электроэнергии.	Устный опрос	[3,6,9,10]	10	10
7. Выбор числа фаз выпрямления эквивалентной вентильной схемы на преобразовательной подстанции.	Изучить самостоятельно изолированную работу энергосистемы РК и ее возможные режимы.	Устный опрос	[2,5,8]	11	10
8. Гармоническое воздействие на ток замыкания фазы на землю в сетях 6-35 кВ..	Изучить самостоятельно нормативную базу координации токов замыкания на землю	Устный опрос	[1,4,7,8]	12	10
	Подготовка к тестовому опросу и контрольной работе по модулю 2.	Рубежный контроль	По всему материалу	15	10
Всего					100

**Таблица 3 – Содержание практических занятий**

№	Тема занятия	Содержание занятия	Форма проведения	Неделя проведения	Максимальный оценочный балл	Рекомендуемая литература
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
1	Контроль КЭ и основные требования к цифровым средствам измерений	Показатели качества электроэнергии	Решение задач	2	10	[1,2,3,5,7]
2	Теорема об эквивалентности параметрических пространств КЭМП и помехоподавляющих средств	Вероятностно-статистические методы определения параметров КЭМП	Решение задач	3	15	[1,2,5]
3	Расчетное обеспечение нормируемого уровня ЭМС технических средств в электрической системе.	Вероятностно-статистические методы определения параметров КЭМП	Решение задач	5	15	[2,5,7,8,9]
4	Кондуктивная ЭМП по отклонению	Расчет и построение основных характеристики.	Решение задач	7	15	[1,2,5,7,8]

	частоты в региональной электроэнергетической системе, работающей в автономном режиме.					
<b>Модуль 2</b>						
5	Расчетное обеспечение нормируемых показателей отклонения и колебания напряжения в системе электроснабжения серий электролизеров.	Определение уровней ЭМС	Решение задач	9,10	15	[1,2,7,]
6	Выбор числа фаз выпрямления эквивалентной вентильной схемы на преобразовательной подстанции.	Определение уровней ЭМС	Решение задач	12,13	15	[2,3, 7]
7	Гармоническое воздействие на ток замыкания фазы на землю в сетях 6-35	Расчет добавочных потерь	Решение задач	14,15	15	[1,7]

	кВ.					
Итого:					100	

## **Контрольные вопросы**

1. Показатели качества электроэнергии как параметры электромагнитной обстановки
2. Основные теоретические характеристики распределения параметров электромагнитной обстановки
3. Плотность распределения вероятности.
4. Математическое ожидание, дисперсия и корреляционная функция случайного процесса.
5. Методология исследования кондуктивных электромагнитных помех, распространяющихся по сетям
6. Концепция подавления кондуктивных электромагнитных помех в региональной электроэнергетической системе
7. Кондуктивная электромагнитная помеха по отклонению частоты в электроэнергетической системе
8. Электромагнитная обстановка в электроэнергетической системе при изменении частоты и напряжения
9. Алгоритм определения кондуктивной электромагнитной помехи по отклонению частоты
10. Кондуктивная электромагнитная помеха по отклонению частоты в региональной электроэнергетической системе, работающей в автономном режиме
11. Подавление кондуктивной электромагнитной помехи по отклонению частоты
12. Кондуктивные электромагнитные помехи по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности в сетях от 35 до 220 кВ общего назначения
13. Влияние системы обратной последовательности напряжений на электромагнитную совместимость технических средств
14. Алгоритм расчета кондуктивной электромагнитной помехи по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности
16. Экспериментальное определение кондуктивных электромагнитных помех по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности в сетях от 35 до 220 кВ
17. Метрологическое обеспечение
18. Сеть 220 кВ Павлодар-Экибастузского топливно-энергетического комплекса
19. Подавление кондуктивных электромагнитных помех по коэффициенту несимметрии напряжений по обратной последовательности в сетях 35-220 кВ

## **ЛИТЕРАТУРА**

**Основная:**

1. Иванова Е.В., Руппель А.А. Кондуктивные электромагнитные помехи в сетях 6-10 кВ., Омск, 2004.-284 с. (ИнЕУ)
2. Иванова Е.В., Кондуктивные электромагнитные помехи в электроэнергетических системах, Новосибирск, 2006.-430с. (ИнЕУ)
3. Курбацкий В.Г. Качество электроэнергии и электромагнитная совместимость технических средств в электрических сетях. Учебное пособие .-Братск, БрГТУ, 1999.-220с. (ИнЕУ).

#### **Дополнительная:**

1. ГОСТ 13109-97.Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов 1998. – 31 с.
2. Смелянский М.Я. Влияние дуговых электропечей на системы электроснабжения. – М.: Энергия,1975. – 192 с.
3. Мамошин Р.Р. Повышение качества энергии на тяговых подстанциях дорог переменного тока. – М.: Транспорт, 1973. – 224с.
4. Смирнов С.С., Коверникова Л.И. Вклад потребителя в уровни напряжения высших гармоник в узлах электрической сети. – Электричество, 1996, №1.- с.58-64.
5. Сальников В.Г. Руководство по выбору структуры и параметров системы электроснабжения предприятия с мощными сериями электролизеров цветных металлов. – М.: ГПИ ЭПЦМ, 1985. – 77с.
6. Интернет ресурсы

#### **Виды и формы контроля знаний и умений магистрантов:**

В ходе работы с магистрантами можно выделить следующие виды контроля:

##### **Текущий контроль :**

- ведение конспектов лекций и занятий СРМ;
- посещение лекционных, практических и лабораторных занятий.

##### **Рубежный контроль:**

- тестирование студентов по материалам лекций и СРМ в ходе семестра.

##### **Итоговый контроль - экзамен.**

**Таблица 4 - Шкала выставления рейтинга**

№	Вид контроля	Недели							Итоги 1-го рейтинга Р1	Недели							Итоги 2-го рейтинга Р2	
		1	2	3	4	5	6	7		8	9	10	11	12	13	14		15
1	Посещение занятий	*	*	*	*	*	*	*	7	*	*	*	*	*	*	*	*	8
2	Конспект лекций	*	*	*	*	*	*	*	7	*	*	*	*	*	*	*	*	8
3	Выполнение заданий СРС		*	*	*	*	*	*	24	*	*	*	*	*	*	*	*	24
4	Выполнение заданий СРСРП	*	*	*	*	*	*	*	20	*	*	*	*	*	*	*	*	20
5	Выполнение практических работ	*	*	*	*	*	*	*	8	*	*	*	*	*	*	*	*	10
6	Выполнение и защита лабораторных работ	*		*		*		*	8		*		*		*		*	8
7	Выполнение заданий рубежного контроля			*		*		*	20								*	20
	Итого								100									100
	Доля от итоговой оценки								30%									30%

Итоговая оценка по дисциплине в процентном содержании определяется по формуле:

$$R = \frac{P1 \times 60 + P2 \times 40 + \Xi}{100} \times 100\%$$

где Р1 - процентное содержание оценки 1-го рейтинга;

Р2 - процентное содержание оценки 2-го рейтинга;

Ξ - процентное содержание экзаменационной оценки (тест-экзамен);

рейтинговый контроль – 60%;

экзамен – 40%.

**Критерии оценки знаний студентов:** студент может получить максимальный балл при условии посещения лекционных, практических и лабораторных занятий, занятий по СРМП, при выполнении всех заданий по СРМП и СРМ. Поощрительные баллы - за творческий подход к выполнению заданий. Штрафные баллы - за незавершенные письменные работы, невыполнение заданий, пропущенные занятия, не сданные к установленному сроку задания.

**Таблица 5 - Общая шкала оценки знаний, навыков и умений студентов**

Буквенная оценка	Цифровой эквивалент баллов	%-е содержание усвоения учебной дисциплины	Оценка по традиционной системе
A	4,0	95-100	отлично
A <sup>-</sup>	3,67	90-94	
B <sup>+</sup>	3,33	85-89	хорошо
B	3,0	80-84	
B <sup>-</sup>	2,67	75-79	
C <sup>+</sup>	2,33	70-74	удовлетворительно
C	2,0	65-69	
C <sup>-</sup>	1,67	60-64	
D <sup>+</sup>	1,33	55-59	
D	1,0	50-54	
F	0	0-49	неудовлетворительно

**Политика академического поведения:** Политика курса включает следующий рекомендуемый перечень требований преподавания к проведению занятий и дисциплине студента:

- не пропускать занятия;
- не опаздывать на занятия;
- активно участвовать в учебном процессе;
- пунктуальность, аккуратность, обязательность;
- выполнение самостоятельных заданий;
- работа в команде и участие в дискуссиях;
- терпимость, доброжелательность, открытость.